

基于模糊聚类的背景初始化方法

孟晓琳, 黎英, 韩超

(昆明理工大学 信息工程与自动化学院, 云南 昆明 650051)

摘要: 为了从具有运动物体前景的公路监控视频中提取出初始背景, 提出一种基于模糊聚类识别的背景建模算法。利用模糊聚类识别方法从时间轴上总体呈多相似值分布的像素点中提取出背景子类, 实现背景初始化。结果表明, 该方法具有良好的适应性, 能有效地对背景进行初始化, 可以显著降低目前动态背景建模方法的计算量和内存需求量, 易于在实时嵌入式系统上实现。

关键词: 背景建模; 模糊聚类; 车辆视频检测

中图分类号: TP317.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)05-0041-03

Background initialization based on fuzzy clustering method

Meng Xiaolin, Li Ying, Han Chao

(Information Engineering and Automation Institute, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China)

Abstract: In order to extract the initial background from the highway surveillance video which has the prospect of moving objects, a background modeling algorithm based on fuzzy clustering recognition is proposed. The fuzzy clustering recognition method is used to extract the background sub-class from the pixel points distributing similar values overall on timeline, implementing background initialization. Results show that this method has good adaptability, can effectively initialize the background and significantly reduce the computational and memory demand of the current method for dynamic background modeling, easy to implement in real-time embedded system.

Key words: background modeling; fuzzy clustering; vehicle video detection

智能交通系统是未来交通系统的发展方向, 其能实时、准确、高效地综合利用交通信息为人们的生产生活提供便利。高速公路常用的车流检测方法主要有空气管道检测、检测环检测和视频检测。视频检测可实时地收集交通信息并具有方便、有效等独特的优势, 已逐渐成为交通信息采集领域的主流技术之一。作为视频检测的一个重要部分, 近年来, 国内外许多专家学者对视频中的背景提取进行了比较深入的研究, 并提出了许多不同的算法。其中, 时间平均法、中值法、平滑检测法^[1]、一致性判别法^[2]、局部光流法^[3]、隐马尔可夫模型法^[4]等背景初始化算法主要考虑的是像素的时间与空间特性初始化背景。时间平均法和中值法算法虽然结构简单, 易于实现, 但当公路车辆饱和度较大时, 提取出的背景中会出现残影问题。平滑检测法、一致性判别法、局部光流法和隐马尔可夫模型法实现时运算量大, 在嵌入式系统上运行时很难满足实时交通检测的要求。虽然高斯模型^[5]、

混合高斯模型^[6-7]等背景建模方法, 能对前景物体有效检测, 但这些模型均是建立在初始化背景为不包含运动前景训练序列的条件下的, 因此增加了运用条件, 从而导致此类背景模型很难适用于公路上车流不断的实际应用场合。

由于在嵌入式设备上要实时运行视频车检算法, 背景建模算法的时间复杂度和空间复杂度受到了严格的限制。因此有必要找到一种适当的公路视频的背景建模方法, 该方法既可以满足后续视频车检算法的要求, 又可以在嵌入式系统有限的资源上实时运行。针对这一情况, 本文根据公路视频的特点, 提出了基于模糊聚类的动态建模方法。首先, 根据公路视频中每个像素点灰度值与时间呈现的特性, 将每个像素点在一段视频序列中的灰度值用模糊聚类方法分成若干个子类, 然后通过每个聚类中心对应像素点隶属度之和确定背景子聚类, 最后将背景子聚类的聚类中心设为该点背景。

1 背景初始化模型

在嵌入式系统上运行动态背景建模,要克服动态建模算法中计算量和内存用量大的缺点,本文提出的基于模糊聚类的动态建模方法是根据这样一个条件:在公路监控视频中,以时间轴为参照,视频中各个像素点的取值应该为多聚类分布形式,如图1和图2所示。每个子类代表在观察的时间段内出现最多的像素集合。Grimson用假设每个子类为高斯分布形式来建立背景模型,但实际上并非所有的背景都满足该假设。因此,本文用模糊聚类的方法来描述各个子类,即不考虑每个子类的分布形式,只要像素点的观察值与某个子类的中心距离小于规定的阈值,则该像素就属于这个子类。像素点值在YUV空间,只对比亮度向量Y。因此在一定学习时间内,从训练所得到的若干聚类子类,其中包含了背景子类、车辆子类和阴影子类等。依照高速路车辆通行及饱和度的特点,在车辆饱和度小于50%的情况下,各子类中隶属度之和最大的子类应为背景子类。算法将采集一段视频训练序列中像素的灰度值,用模糊聚类方法将像素点的一组灰度值分成若干个子序列,然后分别对每个子类样本对于相应的聚类中心隶属度进行相加,得到隶属度之和最大的子聚类。将其作为背景子类,并将其子聚类的聚类中心设为该像素点的背景值,实现背景初始化。



图1 训练视频序列中的一帧

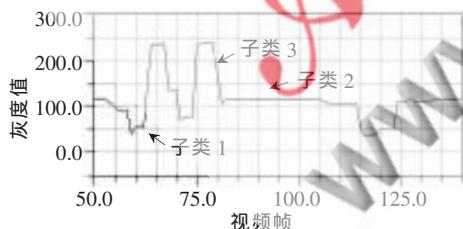


图2 图1中标志点的灰度时间序列值

2 背景建模算法

为了获得聚类子集,设公路视频的前200帧图像为背景训练帧,从中采集每个像素在每一帧的灰度值,表示为 $\{x_i | i=1, 2, 3, \dots, n\}$ 。将 n 个像素灰度值分为 c 个模糊聚类组,各组采用模糊划分,初始化隶属矩阵 U_{ij} (U_{ij} 允许取值在0~1之间的元素)。并且根据归一化规定,一个像素点集的隶属度总和等于1:

$$\sum_{i=1}^c u_{ij}=1, \forall j=1, \dots, n \quad (1)$$

用式(2)计算出 c 个像素点聚类中心 $c_i, i=1, \dots, c$ 。由于隶属度关系矩阵式随即初始化,得到一组聚类中心。因此,用这组聚类中心计算价值函数,再根据价值函数的值判断聚类中心正确与否。若价值函数大于设定的阈值,则确定聚类完成,否则重新计算。

$$c_i = \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij} x_j}{\sum_{j=1}^n u_{ij}} \quad (2)$$

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left(\frac{d_{ij}}{d_{kj}} \right)^{2/(m-1)}} \quad (3)$$

设 c_i 为模糊组I的聚类中心,根据式(2)得出的 c_i 用式(4)计算其价值函数(目标函数)并与阈值相比较:

$$J(U, c_1, \dots, c_c) = \sum_{i=1}^c J_i = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n u_{ij}^m d_{ij}^2 \quad (4)$$

式中, $d_{ij} = \|c_i - x_j\|$ 为第 i 个聚类中心与第 j 个数据点间的欧几里德距离; $m \in [1, \infty)$ 是一个加权指数。为了简化运算,本算法将 m 的值设为2。当聚类中心和隶属度矩阵使价值函数达到最小的条件时,聚类过程完成,此时则确定聚类中心。背景初始化流程图如图3所示。

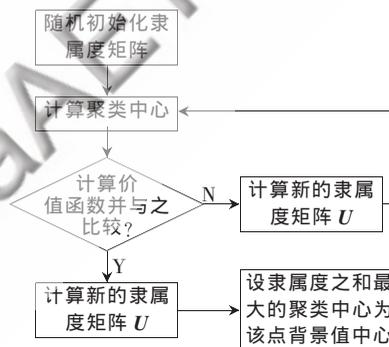


图3 背景初始化流程图

背景建模算法实质是模糊聚类的迭代计算过程,最终求出每组的聚类中心,使得非相似性指标的价值函数取其最小值。再设 P_i 为第 i 子聚类内所有像素点隶属度之和,则 P_i 可以表示为:

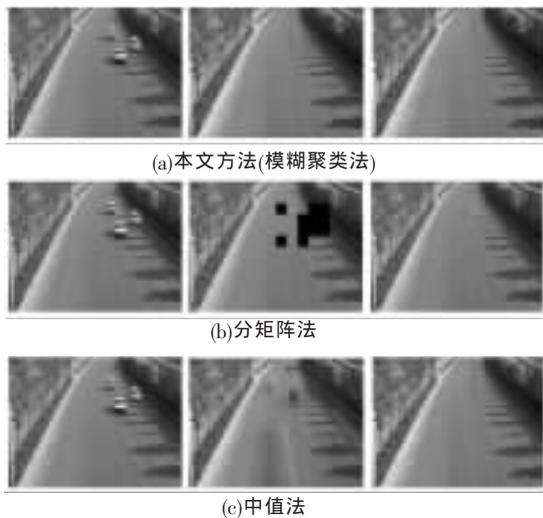
$$P_i = \sum_{j=1}^n u_{ij} \quad (5)$$

公路视频的特点是:背景点应将 P_i 值最大的聚类组设为背景组,该组的聚类中心设为该像素点的背景灰度值。

3 实验结果与分析

实验中选取了昆明市东三环高速路作为训练视频序列,车流处于通畅状态。本实验采用YUV格式视频,从每5帧中抽取1帧作为背景初始化算法样本进行训练,用200帧采集样本作为训练序列。为了说明本算法的性能,将本文算法与中值法、分矩阵法进行比较,其结

果如图 4 所示。



注:(a)、(b)、(c)从左→右为视频帧,经过 200 帧训练、经过 500 帧训练的图形
图 4 模糊聚类法,分矩阵法,中值法背景初始化对比

从图 4 可以看出,本文算法与中值法和分矩阵法相比,能够在较少的训练帧数内对视频背景进行有效的初始化。分矩阵法受其参数设置影响很大,其中矩阵的大小选取以及特征阈值的确定和视频有很高的耦合度,而且在前景频繁出现的区域,通过 200 帧训练后仍然无法确定背景中所有子矩阵,直到 500 帧训练后才能获取有效的背景,本算法比分矩阵法具有更好的通用性。若在公路车辆饱和度小于 50% 的情况下 200 帧内获取有效背景,图片中的中值法在进行 200 帧训练时有明显的残影遗留,而本文算法不会出现此类问题。实验结果表明,本文算法能在 200 帧内对快速路的背景进行有效的初始化。

本文提出一种基于模糊聚类的背景初始化算法,首先基于模糊聚类思想将像素点灰度值分成若干个子类,然后通过每个聚类中心对应像素点隶属度之和确定背景子聚类,最后将背景子聚类的聚类中心设为该点背景。本方法的适用条件为:(1)训练序列中公路车辆饱和度小于 50%;(2)训练序列中背景比较稳定。实验结果表明,该方法能够有效地从高速路监控视频中进行实时背景初始化,并具有良好的鲁棒性,可有效去除高频率出现前景物体的影响,实现公路车辆饱和度小于 50% 的背景初始化,可以满足交通流检测的实时性要求。同时,该方法可实现视频监控的背景初始化。目前大部分嵌入式设备中整数除法和浮点运算是以软件形式实现,而本文算法实质是模糊聚类的迭代计算,在计算子类聚类中心和隶属度时需要进行多次除法运算和浮点运算而大大增加了处理器的运算量,从而影响了整个视频车检算法功能实现的效率。因此,建议在训练视频中增加一个简

单分类算法,将灰度值保持稳定的像素点和不稳定的像素点区分出来,本算法只处理灰度值不稳定的像素点,以降低算法的计算量,提高系统整体效率。另外,本算法对于满足正态分布的数据聚类效果很好,但对孤立点是敏感的。所以当公路视频中噪声较大时,本算法效率将大大降低,这一点还需要进一步改进。

参考文献

- [1] WANG H Z, SUTER D. A novel robust statistical method for background initialization and visual surveillance [C]. // Computer Vision - Accv 2006, Pt I, Berlin: Springer - Verlag, 2006: 328-337.
- [2] GUTCHESS D, TRAJKOVIC M, COHEN S E. A background model initialization algorithm for video surveillance [M]. Vancouver, Bc Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 2001:733-740.
- [3] MARCO C M B, VITTORIO M. Multi-level background initialization using hidden Markov models [C]. First ACM SIGMM International Workshop on Video Surveillance, 2003:11-20.
- [4] ANDREA C A F, VITTORIO M. Background initialization in cluttered sequences [J]. Computer Vision and Pattern Recognition Workshop, 2006, 36(6):993-997.
- [5] WREN C R, AZARBAYEJANI A, DARRELL T, et al. Pfunder: real-time tracking of the human body [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intel-Ligence, 1997, 19(7):780-785.
- [6] STAUFFER C, GRIMSONW E L. Adaptive background mixture models for real-time tracking [J]. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1999(2): 246-252.
- [7] LONG W, YANG Y H. Stationary background generation: an alternative to the difference of two images [J]. Pattern Recognition, 1990, 23(12): 1351-1359.
- [8] 李志慧,张长海,曲昭伟,等.交流视频检测中背景模型与阴影检测算法 [J]. 吉林大学学报(工学版),2006,36(6): 993-997.

(收稿日期:2010-11-02)

作者简介:

孟晓琳,男,1985年生,硕士研究生,主要研究方向:基于 DSP 的视频检测算法开发。

黎英,男,1963年生,博士,硕士生导师,主要研究方向:电力电子技术及运动控制,嵌入式系统开发及应用。

韩超,男,1986年生,硕士研究生,主要研究方向:视频图像处理。